

# RENDIMENTO E QUALIDADE DA PRODUÇÃO DE UMA VINHA PLANTADA EM VERTISSOLOS SOB CONDIÇÕES DE CONFORTO HÍDRICO E DE DÉFICE HÍDRICO

**Por:** Alexandra Tomaz<sup>1\*</sup> / José Miguel Coletto Martinez<sup>2</sup> / Carlos Arruda Pacheco<sup>3</sup>  
\*[atomaz@ipbeja.pt](mailto:atomaz@ipbeja.pt)

<sup>1</sup>Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja, Rua Pedro Soares, 7800-295, Beja, Portugal

<sup>2</sup>Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura, Badajoz, Espanha

<sup>3</sup>Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349 Lisboa, Portugal

## YIELD AND QUALITY RESPONSES OF A VINEYARD UNDER WATER COMFORT AND WATER DEFICIT CONDITIONS

### RESUMO

O presente estudo teve como finalidade aumentar o conhecimento acerca da alimentação hídrica da videira em condições pedoclimáticas de disponibilidade de água. Estudaram-se as respostas produtivas, quantitativas e qualitativas, ao sequeiro e a diferentes dotações de rega em videiras da variedade Aragonez (*Vitis vinifera* L.). A vinha estudada localiza-se no Baixo Alentejo, sobre uma mancha de vertissolos e é regada por gota a gota. Em metade da área do ensaio, foi semeada uma mistura de leguminosas e gramíneas na entrelinha. Na restante área, o solo revestiu-se de vegetação espontânea. Para além do sequeiro, as dotações de rega ensaiadas foram: conforto hídrico; conforto hídrico moderado; défice hídrico; ultradéfice hídrico. As videiras exploram um grande volume de solo e verifica-se uma eficácia crescente no uso da água disponível para dotações de rega decrescentes. O efeito da rega na produção esteve dependente da distribuição intra-anual da precipitação e da sua eficácia no humedecimento do volume de solo onde se verifica a extração radicular. Os resulta-

dos no que respeita ao efeito das dotações de rega na qualidade da produção sugerem uma relação inversa entre o rendimento e a componente fenólica nas uvas.

**Palavras-chave:** Aragonez; Conforto Hídrico; Déficit Hídrico; Sequeiro; Vertissolos.

### ABSTRACT

This study aimed to increase knowledge about the water consumption of vines in pedoclimatic conditions of water availability. The production responses, productivity and quality, to rainfed conditions and to various degrees of irrigation supply in Aragonez grapevines (*Vitis vinifera* L.) were studied. The vineyard, located in Baixo Alentejo, is grown on vertisols, with drip irrigation. In the area under study, a cover crop between the rows was grown in half the plots, with the natural vegetation maintained in the other half. In addition to rainfed, the irrigation treatments were: water comfort; moderate water comfort; deficit irrigation; ultra-deficit irrigation. The vines explore a large volume of soil and there is an increased efficiency in the use of available water with decreasing amounts of applied water. The effect of irrigation on production depended on the intra-annual distribution of rainfall and its effectiveness in humidifying the soil volume that contributes to the vines water uptake. The results regarding the effect of irrigation supply on quality suggest an inverse relation between yield and the phenolic content in grapes.

**Keywords:** Aragonez; water comfort; water deficit; rainfed; vertisols

### INTRODUÇÃO

A produção vitivinícola com recurso a regadio é relativamente recente na nossa região, pelo que o estudo das questões relacionadas com o uso sustentável da água continua atual e com interesse. A recente generalização da rega nas vinhas em países de clima mediterrânico é motivo de alguma polémica, principalmente porque se mantém a discussão acerca das relações entre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade da produção obtida (Reynolds e Naylor, 1994; Barroso *et al.*, 2001; Ojeda *et al.*, 2002; De la Hera-Orts *et al.*, 2004; Cifre *et al.*, 2005; Montoro *et al.*, 2005; Poni *et al.*, 2009). Como resultado das suas características fisiológicas e adaptativas, o vigor e o rendimento da videira é grandemente afetado pela disponibilidade de água no solo. Em regiões onde são frequentes as secas estivais, a rega é uma importante ferramenta para melhorar e regular o rendimento e a qualidade da produção (Barroso, 2002; Esteban *et al.*, 2002; Cifre *et al.*, 2005; Keller, 2005; Lopes, 2008; Ojeda, 2007; Williams *et al.*, 2010). Disponibilidades hídricas elevadas ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento favorecem o vigor das plantas, provocando concorrência pelos recursos entre os órgãos vegetativos e reprodutivos, bem como atrasos na maturação. Por outro lado, o défice hídrico pode contribuir para a redução do crescimento das raízes e da parte aérea, embora a sua influência se faça sentir de forma diferente em função do período do ciclo de desenvolvimento da planta (Ojeda *et al.*, 2002; Payan e Salançon, 2004; Keller, 2005; Ojeda, 2007; Lopes, 2008; Silvestre, 2008). Os impactos da carência hídrica na produção da vinha dependem da fase do ciclo vegetativo, assim como a biossíntese dos compostos da uva responsáveis

pela qualidade do vinho ocorrem em fases diferentes do desenvolvimento dos frutos: durante a floração, carências hídricas, mesmo que moderadas, podem afetar a formação dos frutos ou produzir perda de cachos; no período pré-pintor, se a carência hídrica ocorrer durante a fase de divisão celular no seio dos bagos, pode originar redução do seu tamanho e afetar a síntese de taninos; entre o pintor e a maturação, as uvas tornam-se progressivamente mais insensíveis às carências de água e o stress hídrico moderado promove o aumento da relação película/polpa, pelo que aumenta a concentração de antocianinas e de flavonóides (Ojeda *et al.*, 2002; Keller, 2005; Silvestre, 2008). É, portanto, comumente aceite que a vinha deve “sofrer” stress hídrico em alguns períodos do seu ciclo de desenvolvimento para garantir a obtenção de um produto de qualidade, especialmente em castas tintas. O objetivo deste stress hídrico regulado (mais conhecido por Rega Deficitária Controlada ou RDI<sup>1</sup>) é o de controlar o desenvolvimento vegetativo favorecendo em simultâneo a síntese de compostos de qualidade nas uvas (Payan e Salançon, 2004; Ojeda, 2007). Contudo, a efetividade na imposição de stress hídrico na videira, nos períodos pretendidos, está dependente não só da fração de água consumida mas também da capacidade de armazenamento de água do solo, das condições climáticas e do desenvolvimento radicular da videira (Pacheco, 1989; Reynolds e Naylor, 1994; Girona *et al.*, 2005; Tomaz, 2012; Tomaz *et al.*, 2014). O principal constrangimento no sucesso deste tipo de estratégia de rega ocorre em regiões onde as precipitações primaveris mantêm o solo humedecido durante e após a floração. Estabelecer uma relação entre a capacidade de armazenamento de água do solo e as respostas produtivas da vinha é, nas regiões de clima mediterrânico, fundamental para aumentar a eficiência da rega (Koundouras *et al.*, 2006; Malheiro *et al.*, 2010). Assim, a dúvida reside em comprovar se a introdução de rega é sempre necessária, independentemente do tipo de solos em que a vinha se desenvolve. Para tal, é necessário aumentar o conhecimento acerca dos mecanismos biofísicos que controlam o uso da água pela planta, de forma a garantir práticas de regadio sustentáveis neste cultivo.



**Figura 1**

a) Parcelas do ensaio (VE – vegetação espontânea; CC – cover crop) (adaptado de Google Maps, 2010);

b) Delineamento experimental (A – conforto hídrico; B – conforto hídrico moderado; D – défice hídrico; C – ultradéfice hídrico; SE – sequeiro).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Durante dois anos (2007 e 2008), numa vinha localizada em Pias, no Baixo Alentejo, Sul de Portugal, acompanharam-se as respostas produtivas a diferentes dotações de rega numa vinha da casta Aragonez plantada em 2001, com um compasso 2.8 m X 1.0 m, conduzida em cordão Royat bilateral. Na área da vinha definiram-se quatro parcelas, cada uma com 1 ha, tendo-se semeado em duas delas um *cover crop* (parcelas CC) constituído por uma mistura de gramíneas e leguminosas. Nas restantes (parcelas VE), deixou-se revestir a entrelinha com vegetação espontânea (Figura 1).

A distinção entre as parcelas teve também em conta o tipo de solo. Os solos da área do ensaio classificam-se como vertissolos (ou Barros segundo a classificação do S.R.O.A.) e designaram-se solo I, na parte mais alta da vinha, e solo II, junto a uma linha de água, numa zona de deposição de materiais que apresenta maior profundidade e maior conteúdo em argila. As modalidades de rega ensaiadas foram: conforto hídrico (dotação anual de rega de 200 mm); conforto hídrico moderado (dotação de rega anual de 150 mm); défice hídrico (dotação de rega anual de 100 mm, correspondente à dotação testemunha praticada pelo agricultor); ultradéfice hídrico (dotação de rega anual de 50 mm); sequeiro (SE).

A precipitação total no ano 2006/2007 foi de 593 mm e no ano 2007/2008 foi de 474 mm. A diferença deveu-se essencialmente a um período outono – invernal mais chuvoso no primeiro ano. A rega aplicou-se por um sistema automatizado gota a gota.

O estado hídrico da planta monitorizou-se periodicamente, desde a fase de cachos fechados até à colheita, através da medição com uma câmara de pressão (Modelo 1000, PMS Instrument Co., Albany, OR, USA) do potencial hídrico foliar de base ( $\Psi_b$ ) em folhas adultas bem expostas localizadas no terço médio das videiras.

O teor de humidade do solo foi monitorizado em 63 pontos, quinzenalmente ou semanalmente, utilizando sondas de neutrões (Modelo TROXLER® 4300, Troxler Electronic Laboratories, Inc., Durham, NC, USA). Os tubos de acesso da sonda instalaram-se a profundidades entre 1.70 m e 2.70 m. Os mais profundos localizados na entrelinha. Com base nos dados

<sup>1</sup> RDI – Regulated Deficit Irrigation

recolhidos determinou-se a variação da água disponível (ASW<sup>2</sup>) com

$$ASW_i = \theta_{h(0-270\text{cm}),i} - \theta_{h(0-270\text{cm})Min}$$

onde ASW<sub>i</sub> = água disponível no solo no dia *i* (mm),

$\theta_{h(0-270\text{cm}),i}$  = conteúdo em água no solo no dia *i* (mm) e

$\theta_{h(0-270\text{cm})Min}$  = máximo dessecação do solo (mm).

O crescimento vegetativo das videiras foi avaliado com base no peso da madeira de poda. A produção da vinha expressou-se em peso médio por hectare, tendo-se considerado como componentes da produção o número de cachos por videira e o peso médio dos cachos. A monitorização do vigor, da produção e dos seus componentes realizou-se em áreas de controlo em cada tratamento de rega formadas por vinte plantas, agrupadas em pares de videiras contíguas.

Com o objetivo de efetuar uma análise das relações entre a rega e a produção, efetuou-se o cálculo da função de produtividade da água de rega (CWPF<sup>3</sup>), tal como definida por Helweg (1991) e utilizada em Williams *et al.* (2010), dada por:

$$CWPF = \frac{\text{Rendimento}}{\text{Volume de água aplicada}}$$

Os frutos foram analisados, à data de colheita, para determinar o conteúdo em compostos fenólicos (índice de polifenóis totais e antocianinas totais).

Para a análise estatística realizaram-se, para cada ano do ensaio, ANOVA a dois fatores (dotação de rega versus cobertura vegetal x tipo de solo). As diferenças entre tratamentos foram avaliadas usando o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

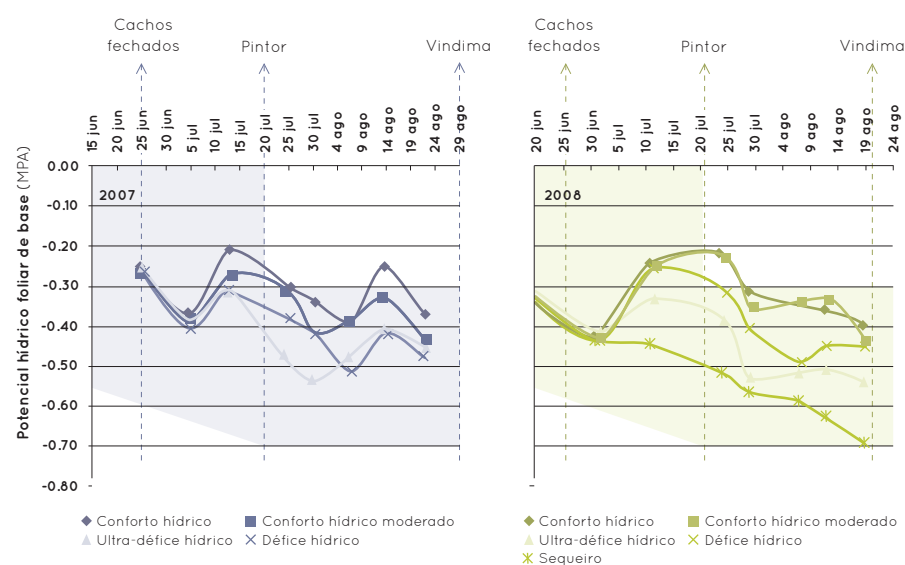
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dado que o foco principal deste artigo é o efeito da rega no rendimento e na qualidade da produção, optou-se por discutir essencialmente as observações e os resultados obtidos em termos médios em cada modalidade de rega ensaiada.

Em ambos os anos do ensaio, os valores de  $\Psi_b$  mantiveram-se, de um modo geral, em níveis favoráveis de acordo com os valores de referência de Ojeda (2007) para castas tintas. Em ambos os anos, os valores registados nos tratamentos de conforto hídrico indicaram haver um excesso de água durante o

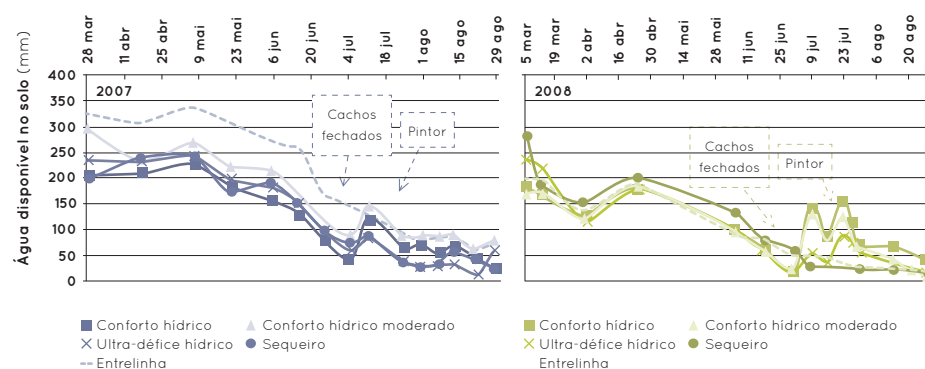
período pintor-maturação (Figura 2). A rega ultradeficitária e a modalidade deficitária – do agricultor – são as que durante o período de monitorização apresentaram sempre valores de potencial de base indicadores de uma restrição hídrica ótima. De referir também que em 2008, no tratamento de sequeiro, estes valores estiveram sempre dentro do intervalo considerado ótimo, com a exceção das fases finais do ciclo em que se verificou um excessivo dessecação do solo, já muito próximo da colheita, refletido pelos valores de potencial hídrico de base da ordem dos  $-0.7$  MPa.

Os níveis de água disponível no solo foram superiores no ano de 2007 (Figura 3) principalmente nas primeiras fases do ciclo. A precipitação que ocorreu na primavera produziu um aumento da reserva de água no perfil. O declive das linhas reflete os períodos de precipitação e as regas



**Figura 2**

Evolução dos valores médios de potencial hídrico foliar de base nas diferentes modalidades de rega, em 2007 e 2008. As áreas a sombreado correspondem à gama de valores ótimos durante as fases finais do ciclo em videiras de castas tintas, de acordo com Ojeda (2007).

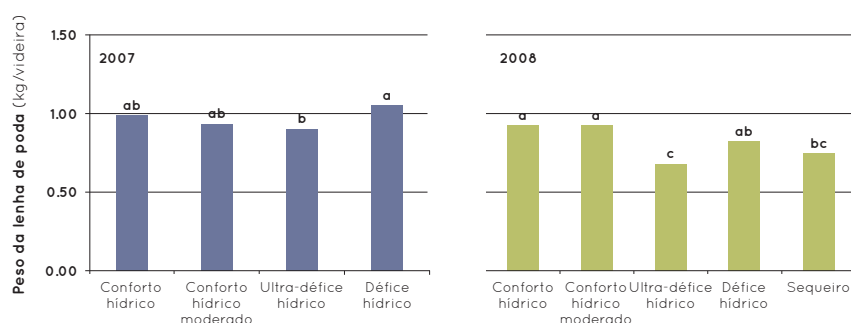


**Figura 3**

Evolução temporal dos valores médios de água disponível no solo nas modalidades conforto hídrico, conforto hídrico moderado, ultradéficite hídrico e sequeiro, e entre as linhas de plantação, em 2007 e 2008.

<sup>2</sup> ASW - Available Soil Water

<sup>3</sup> CWPF - Crop Water productivity Function



**Figura 4**

Efeito da rega no vigor das videiras, quantificado pelo peso da lenha de poda (letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas para  $p < 0,05$ ).

aplicadas. Em 2007, chuvas abundantes verificadas em abril produziram um aumento da ASW. Em ambos os anos e em qualquer das modalidades de rega, ocorreu uma intensa extração hídrica entre as fases de cachos fechados e o pintor. A evolução da água disponível no solo no sequeiro é muito semelhante à dos tratamentos regados, sobretudo à da modalidade de ultradéficé hídrico.

Antes do início da rega (finais de junho em ambos os anos), a evolução da reserva hídrica na entrelinha é muito semelhante à verificada nas linhas de plantação. Tal indica que, após o corte da vegetação de cobertura (abril – maio), a vinha também contribui para a depleção de água neste compartimento do solo ao longo do seu ciclo anual de desenvolvimento. As raízes perenes realizarão uma extração preferencial na linha mas as raízes mais finas e flexíveis do ano, desenvolvendo-se em fissuras do solo, mais dinâmicas e com capacidade de se adaptar às condições ambientais, são responsáveis pelo consumo nas camadas mais profundas e nas entrelinhas.

Foram encontradas diferenças significativas de vigor das videiras entre tratamentos de rega em ambos os anos do ensaio. Na Figura 4 mostram-se os valores médios obtidos em cada uma das modalidades de rega. Verifica-se uma redução do vigor como resultado da redução na quantidade de água disponível: como seria de esperar, o peso da madeira de poda foi geralmente inferior nas modalidades de ultradéficé hídrico e, no caso do ano de 2008, também em sequeiro. Salienta-se a exceção da modalidade de rega do agricultor (déficé hídrico) que apresentou videiras tão ou mais vigorosas que as das modalidades mais regadas. Este facto reforça a questão inicial de que a disponibilidade de

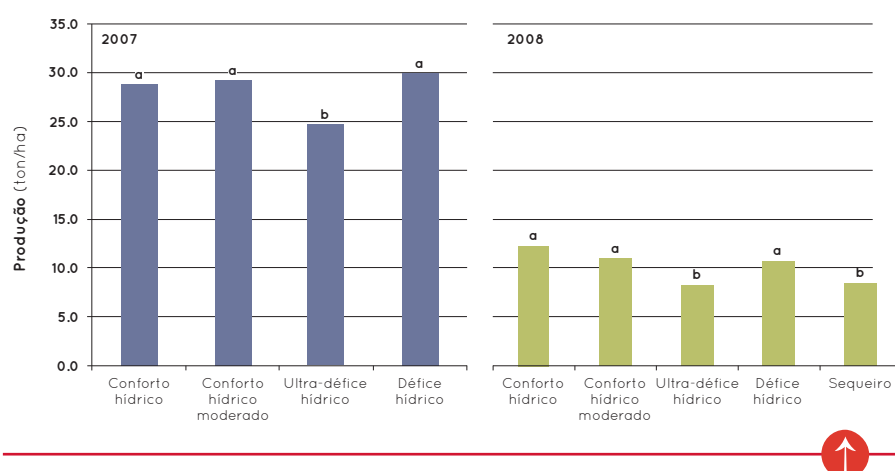
água neste tipo de solos é muito influenciada pela quantidade e distribuição intra-anual das chuvas. Verificou-se ainda interação entre os fatores ou seja, o crescimento vegetativo das videiras com enrelvamento na entrelinha é inferior quanto menor a dotação de rega anual.

A menor quantidade de água disponível no solo em 2008, como resultado de um período outono-invernal menos chuvoso seguido da extração hídrica realizada pelo *cover crop* na primavera, promoveu uma maior dependência da rega para o crescimento vegetativo das plantas. O rendimento global decresceu para cerca de metade entre os dois anos, contudo, se tivermos em conta os valores típicos de produtividade da variedade Aragonez neste *terroir* (cerca de 10 ton/ha) no primeiro ano do ensaio houve uma clara sobreprodução, mesmo na modalidade de

rega ultradeficitária, enquanto no segundo ano, a capacidade produtiva da vinha foi afetada pela competição nutricional e hídrica exercida pelo *cover crop*, aliada a uma menor reserva hídrica no solo (Figura 5). Destaca-se ainda a não significância das diferenças entre produção obtida nas modalidades de conforto hídrico e de déficit hídrico.

Em cenários de escassez de recursos hídricos, a maximização da produção por unidade de volume de água de rega aplicada é tão ou mais importante que a maximização da produção. Assim o comprovam os valores da produtividade da água de rega que aumentam com a diminuição da quantidade de água aplicada em qualquer um dos anos do ensaio (Figura 6). As diferenças entre dotações de rega são significativas, com a modalidade de rega ultradeficitária mostrando valores muito superiores às restantes. Assim, junto com os valores de produção por hectare muito elevados obtidos em 2007 e mais baixos no ano seguinte, embora próximos aos normais neste *terroir*, temos a enorme vantagem de maximizar um recurso oneroso, tanto do ponto de vista económico como ambiental.

O modelo estatístico não encontra diferenças significativas no que respeita ao efeito das dotações de rega no índice de polifenóis totais e na concentração em antocianinas das uvas à colheita, em cada ano de ensaio (Figura 7). No entanto, de 2007 para 2008, estes mostraram uma variação semelhante. Ambos apresentaram um aumento médio de cerca 20% entre 2007 e 2008. Em qualquer dos anos, os valores mais altos ocorrem, de um modo geral, nas uvas das videiras menos regadas. De referir



**Figura 5**

Efeito da rega no rendimento das videiras quantificado pela produção por hectare (letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas para  $p < 0,05$ ).



ainda os elevados valores registados em 2008 na modalidade de sequeiro.

Os resultados sugerem assim uma relação inversa entre, por um lado, o rendimento e o volume de água disponível e, por outro, a componente fenólica nas uvas. A concentração de antocianinas nas uvas aumenta quanto maior for a relação película/polpa, superior portanto nas uvas mais pequenas colhidas em 2008. As diferentes condições de crescimento da vinha verificadas nos

dois anos de estudo – quantidade e distribuição intra-anual da precipitação, vigor e consequente alteração da exposição das folhas à radiação – influenciaram a síntese destes compostos fenólicos, o que está de acordo com o defendido por Silvestre (2008).

## CONCLUSÕES

As videiras não suspendem a extração hídrica na entrelinha após o início da rega. Embora esta tenha lugar preferencialmente na zona superficial das linhas de plantação, onde se dispõe maioritariamente o seu sistema radicular perene, as raízes finas do ano ajustam o seu desenvolvimento em função da água disponível nos diferentes compartimentos do solo.

As videiras exploram um grande volume de solo e verifica-se uma eficácia crescente no uso da água disponível para dotações de rega decrescentes. A contribuição da rega para a produção depende da distribuição intra-anual das chuvas e da sua efetividade no humedecimento do volume potencial do *pedon* que contribui para a alimentação hídrica da videira.

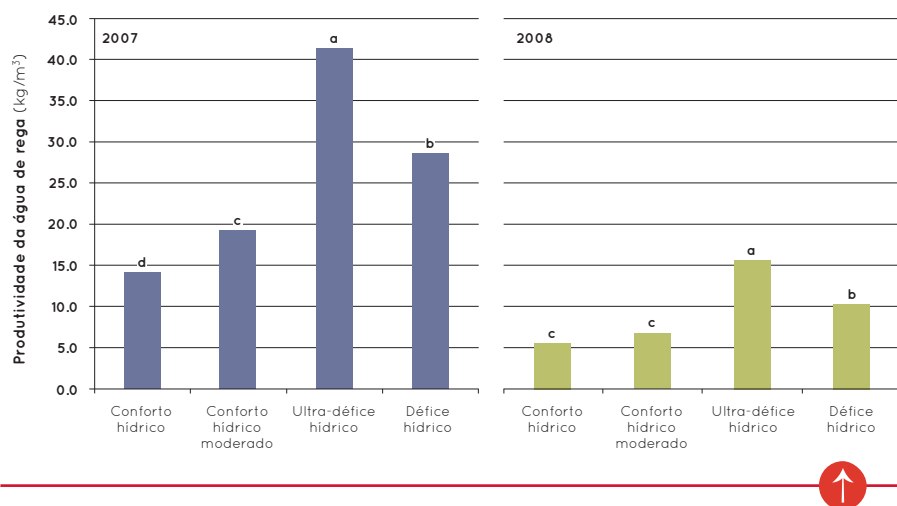
Em 2007, ano de sobreprodução, o rendimento na modalidade de rega ultradeficitária foi de cerca do dobro relativamente às produções médias neste *terroir*. Em 2008, as chuvas de primavera não foram suficientes para abastecer todo o perfil do solo. Nas modalidades ultradeficitária e de sequeiro, o rendimento foi inferior ao das restantes modalidades. Neste ano, a rega teve um papel importante na obtenção de rendimentos maiores.

Muito embora estejamos perante dois anos contrastantes no que respeita ao rendimento da vinha, a análise estatística demonstrou a existência de efeito da dotação de rega no peso da madeira de poda e no rendimento.

Os resultados no que respeita ao efeito das dotações de rega no índice de polifenóis totais e na concentração em antocianinas das uvas à colheita sugerem uma relação inversa entre o rendimento e a componente fenólica nas uvas.

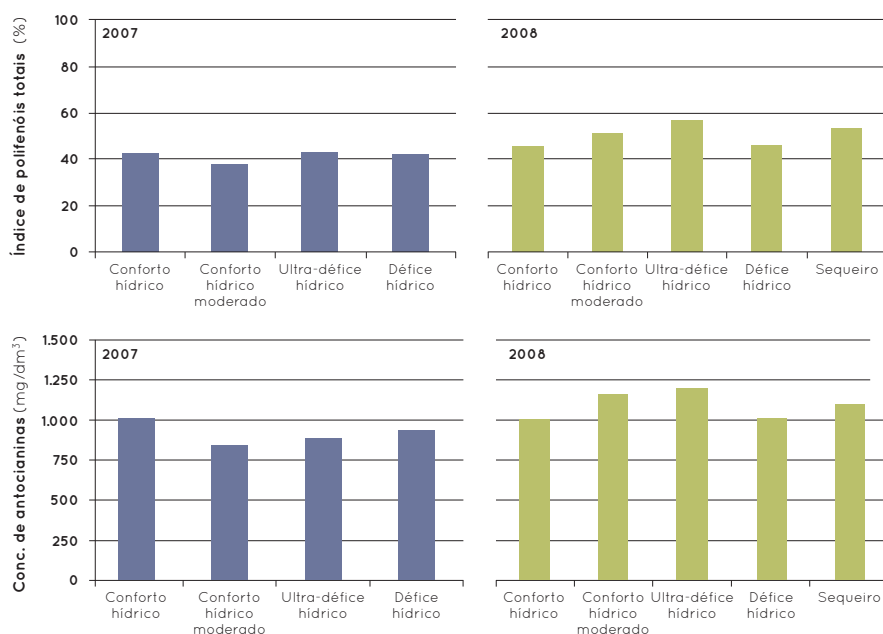
## AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer aos membros da equipa do projeto PEDIZA II *Rega Deficitária em vinha – Critérios de condução da vinha compatíveis com a qualidade da produção*, financiado pelo eixo prioritário IV da União Europeia. Um agradecimento especial é devido aos membros provenientes da Estação Vitivinícola Nacional, responsáveis pelas determinações analíticas nas uvas. ■



**Figura 6**

Efeito da rega na produtividade da água de rega quantificada pela relação entre o rendimento e o volume de água aplicada (letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas para  $p < 0,05$ ).



**Figura 7**

Efeito da rega na componente fenólica dos frutos – índice de polifenóis totais e concentração de antocianinas (diferenças não significativas para  $p < 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barroso, J.M. (2002) - A rega da vinha. Uma oportunidade ou um perigo para a qualidade do vinho do Alentejo? *Vinea – Revista do vinho do Alentejo*, 0: 10-13.
- Barroso, J.M.; Lopes, C.; Pacheco, A.; Cabrita, M.J.; Vaz Freire, J.T. e Vicente Paulo, J. (2001) – Influência da rega no comportamento da casta Aragonéz em vários solos do Alentejo, *Actas do 5º Simpósio da Vitivinicultura do Alentejo*, Évora, 1: 235-242.
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J. M., Medrano, H. e Flexas, J. (2005) - Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.). An open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106: 159-170.
- De la Hera-Orts, M.L., Martínez-Cutillas, A., López-Roca, J.M. e Gómez-Plaza, E. (2004). - Effects of moderate irrigation on vegetative growth and productive parameters of Monastrell vines grown in semiarid conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2): 273-281.
- Esteban, M.A., Villanueva, M.J. e Lisarrague, J.R. (2002) - Relationships between different berry components in Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grapes from irrigated and non-irrigated vines during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1136-1146.
- Helweg, O. J. (1991). Functions of crop yield from applied water. *Agronomy Journal*, 83: 769-773
- Keller, M. (2005) - Estratégias de irrigação de uvas brancas e tintas. 33rd Annual New York Wine Industry Workshop. *Internet Journal of Viticulture and Enology*, 7/2005.
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkouliti, A., Kotseridis, Y. e Van Leeuwen, C. (2006) - Influence of vineyard location and vine water status on fruit maturation on nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on wine phenolic and aroma components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 5077-5086.
- Lopes, C.M. (2008) – Rega da vinha. I Conferências da Tapada, 29 e 30 Outubro 2008, 12 p.
- Malheiro, A.C., Santos, J.A., Fraga, H. & Pinto, J. (2010) - Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*, 43: 163-177
- Montoro, A., Mañas, F., López Urrea, R., Martínez Ruiz, D., López Fuster, P. e Fereres, E. (2005) - Evapotranspiración de *Vitis vinifera* cv. Cencibel y relaciones hídricas en cv. Cencibel, Macabeo y Cabernet Sauvignon bajo riego deficitario controlado. XXIII Congreso Nacional de Riegos, Elche. 11 p.
- Ojeda, H. (2007) - Riego cualitativo de precisión en la vid. *Revista Enología* nº 6, Año III Enero – Febrero 2007: 14-17
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A. e Deloire, A. (2002) - Influence of pre. and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4): 261-267.
- Pacheco, C.A. (1989) - Influência de técnicas de não mobilização e de mobilização sobre aspectos estruturais e hídricos de solos com vinha, bem como sobre o respectivo sistema radical. Consequências das relações hídricas solo-vinha na produção. 423 p. Dissertação de doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- Payan, J.C. e Salançon, E. (2004) - Definir o regime hídrico das parcelas. *Internet Journal of Viticulture and Enology*, 3/2004.
- Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., Gatti, M., Porro, D. e Camin, F. (2009) – Performance and water-use efficiency (single-leaf vs. whole-canopy) of well-watered and half stressed split-root Lambrusco grapevines grown in Po Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129: 97-106
- Reynolds, A. G. e Naylor, A. P. (1994) - 'Pinot noir' and 'Riesling' grapevines respond to water stress duration and soil water-holding capacity. *Horticultural Science*, 29(12): 1505-1510.
- Silvestre, J. (2008) - Rega da vinha e composição fenólica das uvas. Comunicação apresentada no Seminário Uso da água. COTR - Centro Operativo e de Tecnologia do Regadio, Maio de 2008. Beja.
- Tomaz, A. (2012) - La alimentación hídrica de la variedad Aragonéz (*Vitis vinifera* L.) en vertissuelos regados, con y sin cultivo de cobertura: efectos del riego en la producción y en la dinámica de extracción de agua. 196 p. Dissertação de doutoramento, Universidad de Extremadura.
- Tomaz, A., Coletto Martinez, J.M. e Pacheco, C.A. (2014) - Efeito da rega no rendimento e na qualidade da produção da variedade 'Aragonéz' (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes condições de cobertura do solo. 10º Encontro Nacional de Proteção Integrada, 2 e 3 de maio de 2014, Beja. Livro de resumos, pág. 38
- Williams, L. E., Grimes, D. W. e Phene, C.J. (2010) - The effects of applied water at various fractions of measured evapotranspiration on reproductive growth and water productivity of Thompson Seedless grapevines. *Irrigation Science*, 28: 233-243.